



REC'D 07 MAY 2004

WIPO

PCT

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:**

103 15 014.5

**Anmeldetag:**

02. April 2003

**Anmelder/Inhaber:**

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart/DE

**Bezeichnung:**

Servoventilangesteuerter Kraftstoffinjektor  
mit Druckübersetzer

**IPC:**

F 02 M 47/00

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 18. März 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

**Stanschus**

R. 305061

2. April 2003

5 Robert Bosch GmbH

**Servoventilangesteuerter Kraftstoffinjektor mit Druckübersetzer**

10

Technisches Gebiet

Zum Einbringen von Kraftstoff in direkteinspritzende Verbrennungskraftmaschinen werden hubgesteuerte Einspritzsysteme mit Hochdruckspeicherraum (Common Rail) eingesetzt. Der Vorteil dieser Einspritzsysteme liegt darin, dass der Einspritzdruck an Last und Drehzahl in weiten Bereichen angepasst werden kann. Zur Reduzierung der Emissionen und zum Erzielen einer hohen spezifischen Leistung ist ein hoher Einspritzdruck erforderlich. Das erreichbare Druckniveau von Hochdruckkraftstoffpumpen ist aus Festigkeitsgründen begrenzt, so dass zur weiteren Drucksteigerung bei Kraftstoffeinspritzsystemen Druckverstärker in den Kraftstoffinjektoren zum Einsatz kommen.

20

Stand der Technik

25 DE 101 23 913 hat eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung für Brennkraftmaschinen mit einem von einer Kraftstoffhochdruckquelle versorgbaren Kraftstoffinjektor zum Gegenstand.. Zwischen dem Kraftstoffinjektor und der Kraftstoffhochdruckquelle ist eine einen beweglichen Druckübersetzerkolben aufweisende Druckübersetzungseinrichtung geschaltet. Der Druckübersetzerkolben trennt einen an die Kraftstoffhochdruckquelle anschließbaren Raum von einem mit dem Kraftstoffinjektor verbundenen Hochdruckraum. Durch Befüllen 30 eines Rückraumes der Druckübersetzungseinrichtung mit Kraftstoff beziehungsweise durch Entleeren des Rückraumes von Kraftstoff kann der Kraftstoffdruck im Hochdruckraum variiert werden. Der Kraftstoffinjektor weist einen beweglichen Schließkolben zum Öffnen und Verschließen von Einspritzöffnungen auf. Der Schließkolben ragt in einen Schließdruckraum hinein, so dass der Schließkolben mit Kraftstoffdruck beaufschlagbar ist zur 35 Erzielung einer in Schließrichtung auf den Schließkolben wirkenden Kraft. Der Schließdruckraum und der Rückraum werden durch einen gemeinsamen Schließdruck-Rückraum gebildet, wobei sämtliche Teilbereiche des Schließdruck-Rückraumes permanent zum Aus-

tausch von Kraftstoff miteinander verbunden sind. Es ist ein Druckraum zum Versorgen der Einspritzöffnungen mit Kraftstoff und zum Beaufschlagen des Schließkolbens mit einer in Öffnungsrichtung wirkenden Kraft vorgesehen. Ein Hochdruckraum steht derart mit der Kraftstoffhochdruckquelle in Verbindung, dass im Hochdruckraum, abgesehen von Druckschwingungen, ständig zumindest der Kraftstoffdruck der Kraftstoffhochdruckquelle anliegen kann, wobei der Druckraum und der Hochdruckraum durch einen gemeinsamen Einspritzraum gebildet werden. Sämtliche Teilbereiche des Einspritzraumes sind permanent zum Austausch von Kraftstoff miteinander verbunden.

- 10 DE 102 294 15.1 bezieht sich auf eine Einrichtung zur Nadelhubdämpfung an druckgesteuerten Kraftstoffinjektoren. Es wird eine Einrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine offenbart, die einen Kraftstoffinjektor umfasst, der über eine Hochdruckquelle mit unter hohem Druck stehenden Kraftstoff beaufschlagbar ist. Der Kraftstoffinjektor wird über ein Zumessventil betätigt, wobei ein Einspritzventilglied von einem Druckraum umschlossen ist und das Einspritzventilglied in Schließrichtung durch eine Schließkraft beaufschlagbar ist. Dem Einspritzventilglied ist ein von diesem unabhängig bewegbares Dämpfungselement zugeordnet, welches einen Dämpfungsraum begrenzt und mindestens einem Überströmkanal zur Verbindung des Dämpfungsraumes mit einem weiteren hydraulischen Raum aufweist. Gemäß DE 102 294 15.1 erfolgt die Steuerung des Kraftstoffinjektors mit einem 3/2-Ventil, wodurch sich zwar ein kostengünstiger und bauraumsparender Injektor darstellen lässt, jedoch dieses Ventil eine relativ große Rücklaufmenge des Druckübersetzers zu steuern hat.

- 25 An Stelle der aus DE 102 294 15.1 bekannten Ausführungsform eines 3/2-Ventiles können auch Servoventile eingesetzt werden, die im Ruhezustand des Servoventiles am Führungsabschnitt leakagefrei ausgebildet sind, was den Wirkungsgrad eines Kraftstoffinjektors günstig beeinflusst. Nachteilig ist jedoch der Umstand, dass im geöffneten Zustand des Servoventilkolbens des 3/2-Wegeventils keine in dessen Öffnungsrichtung weisende Druckfläche mit Systemdruck beaufschlagt ist. Dadurch wird die Bewegung des Servoventilkolbens in seinem Gehäuse sehr toleranzempfindlich. Ferner lässt sich eine langsame Öffnungsgeschwindigkeit des Servoventilkolbens nicht erreichen, wodurch die Kleinstmengenfähigkeit eines derart konfigurierten Servoventiles eingeschränkt ist. Im geöffneten Zustand des Servoventilkolbens stellt sich an einem an diesem ausgebildeten zweiten Ventilsitz nur eine ungenügende Schließkraft ein, was zu Undichtigkeiten und erhöhtem Verschleiß führen kann.
- 35

### Darstellung der Erfindung

Um eine definierte Bewegung eines Servoventilskolbens eines Servoventiles zur Betätigung eines Kraftstoffinjektors zu erreichen, wird ein als 3/2-Wegeventil ausgebildetes Servoventil vorgeschlagen, welches eine in Öffnungsrichtung beaufschlagbare hydraulisch wirksame Fläche aufweist, die ständig mit Systemdruck beaufschlagt ist. Der Systemdruck entspricht dem im Hochdruckspeicherraum herrschenden Druckniveau. Durch diese Maßnahme lässt sich die Bewegung des Servoventilskolbens problemlos durch die Abstimmung von Zu- bzw. Ablaufdrossel am Servoventil einstellen. Durch eine langsam ablaufende Öffnungsbewegung des Servoventilskolbens kann eine gute Darstellbarkeit von kleinen Voreinspritzmengen und ein schwingungsfreier Druckaufbau gewährleistet werden. Aufgrund der definierten Öffnungskraft wird das erfindungsgemäß vorgeschlagene Servoventil toleranzunempfindlich gegenüber Reibungseinflüssen, so dass eine fertigungsbedingte Toleranzstreuung und damit einhergehende starke Streuungen von Einspritzmengen vermieden werden können.

Ferner weist das erfindungsgemäß vorgeschlagene, als 3/2-Wegeventil ausgebildete, Servoventil im Ruhezustand keine an einem Führungsabschnitt auftretenden Leckageströme auf. Dies bedeutet eine erhebliche Verbesserung des Injektorwirkungsgrades; aufgrund der dadurch am Servoventilskolben möglichen kleinen Führungslängen lässt sich eine geringe Baulänge des Servoventiles ermöglichen, was die Gesamtbauhöhe eines Kraftstoffinjektors mit Druckübersetzer in einem Injektorkörper, das Servoventil umfassend, günstig beeinflusst, d.h. der Platzbedarf eines solcherart ausgebildeten Kraftstoffinjektors wird erheblich reduziert.

Wird ein am Servoventilskolben des Servoventiles ausgebildeter Dichtsitz als Flachsitz ausgebildet, kann in vorteilhafter Weise das Gehäuse des Servoventiles als ein mehrteiliges Gehäuse ausgebildet werden, womit ein Achsversatz von Bauteilen zueinander ausgeglichen werden kann. Diese Ausgleichsmöglichkeit fertigungsbedingter Bauteiltoleranzen und die gute Zugänglichkeit zur Fertigung des Dichtsitzes stellt eine einfache und kostengünstige Herstellbarkeit des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Servoventiles sicher.

### Zeichnung

Anhand der Zeichnung wird die Erfindung nachstehend eingehender beschrieben:

Es zeigt:

Figur 1 eine erste Ausführungsvariante eines als 3/2-Wege-Ventil ausgebildeten Servoventiles mit führungsleckagefreiem Servoventilkolben und

5

Figur 2 eine weitere Ausführungsvariante eines Servoventilkolbens eines 3/2-Servoventiles mit einem als Kegel-Dichtsitz ausgebildeten ersten Sitz und einem als Schieberdichtung ausgebildeten weiteren Sitz.

10

### Ausführungsvarianten

Figur 1 ist eine erste Ausführungsvariante eines erfindungsgemäß vorgeschlagenen 3/2-Servoventiles zur Ansteuerung eines einen Druckübersetzer enthaltenden Kraftstoffinjektors zu entnehmen.

Über eine Druckquelle 1 und eine sich an diesen anschließenden Hochdruckzuleitung 2 wird ein Arbeitsraum 5 eines Druckübersetzers 3 mit unter hohem Druck stehenden Kraftstoff beaufschlagt. Der Arbeitsraum 5 ist permanent mit dem unter hohem Druck stehenden Kraftstoff der Druckquelle 1 beaufschlagt. Der Druckübersetzer 3 umfasst einen einteilig ausgebildeten Übersetzerkolben 4, welcher den Arbeitsraum 5 von einem Differenzdruckraum 6 (Rückraum) trennt. Der Übersetzerkolben 4 ist durch eine Rückstellfeder 8 beaufschlagt, die sich einerseits an einer in einem Injektorkörper 19 eingelassenen Stützscheibe 7 und andererseits an einer an einem Zapfen des Übersetzerkolbens 4 angebrachten Anschlagscheibe abstützt. Der Druckübersetzer 3 umfasst darüber hinaus einen Kompressionsraum 9 der über eine Überströmleitung 10 mit einem Steuerraum 12 für ein Einspritzventilglied 14 in Verbindung steht. In der Überströmleitung 10 vom Differenzdruckraum 6 (Rückraum) zum Steuerraum 12 für das Einspritzventilglied 14 ist eine erste Drosselstelle 11 aufgenommen.

30

Im Steuerraum 12 für das Einspritzventilglied 14 ist ein Federelement 13 aufgenommen, welches eine Stirnseite des nadelförmig ausgebildeten Einspritzventilgliedes 14 beaufschlagt. Das Einspritzventilglied 14 umfasst eine Druckstufe, die von einem Düsenraum 16 umschlossen ist. Der Düsenraum 16 wird über einen Düsenraumzulauf 17, welcher vom Kompressionsraum 9 des Druckübersetzers 3 abzweigt, mit unter übersetztem Druck stehenden Kraftstoff beaufschlagt. Vom Differenzdruckraum 6 des Druckübersetzers 3 verläuft eine Absteuerleitung 21 in das zweite Gehäuseteil 26 des Servoventilgehäuses 25. Die den Kompressionsraum 9 des Druckübersetzers 3 beaufschlagende Stirnfläche des Ü-

35

-5-

bersetzerkolben 4 ist durch Bezugszeichen 20 identifiziert. Aufgrund der Druckstufe am Einspritzventilglied 14 führt dieses bei Druckbeaufschlagung des Düsenraums 16 eine Öffnungsbewegung aus, so dass vom Düsenraum 16 Kraftstoff entlang eines Ringspaltes Einspritzöffnungen 22 zuströmt und in einen Brennraum 23 einer selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine gelangt.

Der das Einspritzventilglied 14 beaufschlagende Steuerraum 12 steht über eine zweite Drosselstelle 15 mit dem Kompressionsraum 9 des Druckübersetzers 3 in hydraulischer Verbindung.

Oberhalb des Injektorkörpers 19 eines Kraftstoffinjektors 18 ist ein Servoventilgehäuse 25 angeordnet, welches ein Servoventil 24 aufnimmt. In der Figur 1 dargestellten Ausführungsvariante ist das Servoventilgehäuse 25 zweiteilig ausgebildet und umfasst einen ersten Gehäuseteil 26 und einen zweiten Gehäuseteil 27. Die zweiteilige Ausbildung des Servoventilgehäuses 25 gemäß der in Figur 1 dargestellten Ausführungsvariante, erlaubt eine gute Zugänglichkeit zur Bearbeitung des Dichtsitzes und einer Schieberkante, wodurch sich eine einfache und kostengünstige Herstellbarkeit des Servoventils 24 ergibt.

Von der Hochdruckzuleitung 2, über welche der Arbeitsraum 5 des Druckübersetzers 3 mit unter hohem Druck stehenden Kraftstoff beaufschlagt wird, zweigt eine Versorgungsleitung 29 in das Ventilgehäuse 25 ab. Die Versorgungsleitung 29 mündet in einem ersten hydraulischen Raum 38 des ersten Gehäuseteiles 26 des Servoventilgehäuses 25. Der erste hydraulische Raum 38 umschließt einen Servoventilkolben 32, welcher einen Durchgangskanal 33 umfasst. Im Durchgangskanal 33 des Servoventilkolbens 32 ist eine dritte Drosselstelle 34 ausgebildet. Über den Durchgangskanal 33 strömt Kraftstoff vom ersten hydraulischen Raum 38 in einen Steuerraum 36 des Servoventils 24. Eine Druckentlastung des Steuerraumes 36 erfolgt bei Betätigung eines Schaltventiles 30, bei dessen Öffnen Steuervolumen aus dem Steuerraum 36 über eine Ablaufdrosselstelle 37 (vierte Drosselstelle) enthaltenden Rücklauf mit einem weiteren niederdruckseitigen Rücklauf 31 verbunden wird und Kraftstoff in diesen ableitbar ist. Der Steuerraum 36 des Servoventils 24 ist durch eine Stirnfläche 35 an der Oberseite des Servoventilkolbens 32 begrenzt. Dieser liegt am Kopf des Servoventilkolbens 32 einer in Öffnungsrichtung des Servoventilkolbens 32 wirksamen Ringfläche, die vom im ersten hydraulischen Raum 38 herrschenden Druck beaufschlagt ist, gegenüber. Am Servoventilkolben 32 sind darüber hinaus ein erster Dichtsitz 40 in einem zweiten hydraulischen Raum 39 sowie eine Steuerkante 41 ausgebildet. Über den ersten Dichtsitz 40 wird die Verbindung zu einem Ablaufsteyerraum 42, von dem ein niederdruckseitiger Rücklauf 28 abzweigt, freigegeben bzw. verschlossen. Mittels der Steuerkante 41, der in der in Figur 1 dargestellten Ausführungsvariante des Servoventils

24 als Schieberdichtkante 43 ausgebildet ist, wird der unter Systemdruck stehende erste hydraulische Raum 38 bei sich in vertikaler Richtung bewegendem Servoventilkolben 32 gegen den zweiten hydraulischen Raum 39 abgedichtet. Die beiden Rückläufe 28, 31 auf der Niederdruckseite werden möglichst zu einem Rücklauf, der in einen Kraftstofftank mündet, zusammengefasst.

Zur Unterstützung der Bewegung des Servoventilkolben 32 im ersten Gehäuseteil 26 können – obwohl in Figur 1 nicht dargestellt – Federkräfte über Federn auf den Servoventilkolben 32 aufgebracht werden. Die in Figur 1 dargestellte erste Ausführungsvariante des Servoventiles 24 erlaubt einen extrem kompakt bauenden Aufbau des Servoventiles 24. Der erste Dichtsitz 40 des Servoventils 24 ist in der Darstellung gemäß Figur 1 als Flachsitz ausgebildet, könnte jedoch auch als Kegelsitz (vgl. Darstellung gemäß Figur 2) Kugelsitz oder auch als Schieberkante ausgebildet werden. In vorteilhafter Weise lässt sich durch die Ausbildung des ersten Dichtsitzes 40 als Flachsitz ein mehrteilig aufgebauter Ventilkörper 25 einsetzen. Mittels des als Flachsitz ausgebildeten ersten Dichtsitzes 40 lassen sich eventuell fertigungsbedingt auftretende Achsversätze problemlos ausgleichen. Ferner wird durch die im Steuerraum 36 des Servoventiles 24 aufgebrachte Schließkraft am Flachsitz des ersten Dichtsitzes 40 eine sehr hohe Flächenpressung und damit eine gute Abdichtung erzielt. Der erste Dichtsitz 40 kann entweder als Dichtkante oder als Dichtfläche ausgeführt sein. Die Dichtkraft kann dabei über die Druckfläche gegenüber dem Ablaufsteuer-  
raum 42 eingestellt werden. Dadurch ist bei Verwendung einer Dichtfläche eine optimale Auslegung der Flächenpressung möglich, wodurch sich einerseits sowohl eine ausreichende Dichtheit wie andererseits auch ein geringerer Verschleiß realisieren lassen.

Figur 2 zeigt eine weitere Ausführungsvariante des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Servoventiles, wobei dessen erster Dichtsitz als Kegeldichtsitz ausgebildet ist.

Der Darstellung nach Figur 2 ist ebenfalls ein Kraftstoffinjektor 18 zu entnehmen, der einen Druckübersetzer 3 enthält. Der Arbeitsraum 5 des Druckübersetzers 3 wird über eine Druckquelle 1 (Common Rail) via Hochdruckleitung 2 mit unter hohem Druck stehenden Kraftstoff versorgt. Im Unterschied zur Ausführung des Druckübersetzers 3 gemäß der Ausführungsvariante nach Figur 1 ist der Übersetzerkolben 4 des Druckübersetzers 3 gemäß den Darstellungen in Figur 2 mehrteilig ausgebildet. Im Injektorkörper 19 des Kraftstoffinjektors 18 ist eine Stützscheibe 7 eingelassen, welche eine obere Anschlagfläche für den oberen Teil des mehrteilig ausgebildeten Übersetzerkolbens 4 darstellt. Der untere Teil des Übersetzerkolbens 4 ist durch eine sich gehäuseseitig abstützende Rückstellfeder 8 beaufschlagt; der Kompressionsraum 9 des Druckübersetzers 3 wird über die Stirnfläche 20 des unteren Teiles des Übersetzerkolbens 4 begrenzt. Vom Differenzdruck-

-7-

raum 6 (Rückraum) des Druckübersetzers 3 zweigt eine die erste Drosselstelle 11 enthaltende Überströmleitung 10 ab. Die Überströmleitung 10 verbindet den Differenzdruckraum 6 (Rückraum) des Druckübersetzers 3 mit dem Steuerraum 12 zur Steuerung der Hubbewegung des nadelförmig ausgebildeten Einspritzventilgliedes 14. Vom Kompressionsraum 9 des Druckübersetzers 3 verläuft der Düsenraumzulauf 17, der in den das Einspritzventilglied 14 umgebenden Düsenraum 16 mündet. Das Einspritzventilglied 14 umfasst eine Druckstufe, welche eine hydraulisch wirksame Fläche aufweist. An dieser greift der im Düsenraum 16 anstehende Kraftstoffdruck an und öffnet das Einspritzventilglied 14, so dass Kraftstoff über beim Öffnen des Einspritzventilgliedes 14 freigegebene Einspritzöffnungen 22, die in den Brennraum 23 der selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine münden, eingespritzt wird.

Im Unterschied zu in Figur 1 dargestellte Ausführungsvariante ist im Steuerraum 12 für das Einspritzventilglied 14 ein Dämpfungskolben 51 aufgenommen. Der Dämpfungskolben 51 ist von einem vertikal verlaufenden Kanal 53 durchzogen. Der Kanal 53 steht über eine fünfte Drosselstelle 52 in der Wandlung des Dämpfungskolbens 51 mit dem Steuerraum 12 hydraulisch in Verbindung. Eine am Dämpfungskolben 51 ausgebildete Ringfläche 55 ist von einem sich gehäuseseitig abstützenden Federelement 54 beaufschlagt. Vom Steuerraum 12 für das Einspritzventilglied 14 verläuft eine Befüllleitung 56, welche ein Wiederbefüllventil 50 enthält, welches als Rückschlagventil ausgebildet sein kann, zum Kompressionsraum 9 des Druckübersetzers 3. Über die das Wiederbefüllventil 50 enthaltende Befüllleitung 56 wird der Kompressionsraum 9 des Druckübersetzers 3 wieder mit Kraftstoff befüllt.

Das Servoventil 24 gemäß der in Figur 2 dargestellten Ausführungsvariante ist im Ventilkörper 25 aufgenommen. Das Servoventil 24 umfasst den Steuerraum 36, welcher über das Schaltventil 30 in den zweiten niederdruckseitigen Rücklauf 31 druckentlastbar ist. Zwischen Steuerraum 36 und dem Schaltventil 30 ist eine Ablaufdrossel 37 (vierte Drosselstelle) aufgenommen. Dem Steuerraum 36 im Ventilkörper 25 des Servoventiles 24 gegenüberliegend befindet sich der erste hydraulische Raum 38, welcher durch die Steuerkante 41 vom zweiten, hier kegelförmig konfigurierten zweiten hydraulischen Raum 39 getrennt ist. Der zweite hydraulische Raum 39 ist über die Absteuerleitung 21 mit dem Differenzdruckraum 6 (Rückraum) des Druckübersetzers 3 verbunden. Auch in der Ausführungsvariante des Servoventiles 24 gemäß Figur 2 ist die Steuerkante 41 als Schieberdichtkante 43 ausgebildet. Im Unterschied zur in Figur 1 dargestellten Ausführungsvariante des Servoventiles 24 ist der erste Dichtsitz 40 des Servoventilkolbens 32 als Kegelsitz ausgebildet. Bei geschlossenem ersten Dichtsitz 40 wird der unterhalb des Servoventilkolbens 32 im Ven-



-8-

tilkkörper 25 ausgebildete Ablaufstauerraum 42 abgedichtet, so dass der erste niederdruckseitige Rücklauf 28 verschlossen ist.

In Abwandlung des Servoventilkolbens 32 gemäß der Darstellung in Figur 1, erfolgt eine Druckbeaufschlagung des Stauerraumes 36 und des ersten hydraulischen Raumes 38 parallel über die Versorgungsleitung 29, die vom Arbeitsraum 5 des Druckübersetzers 3 abzweigt. Mithin steht über die Versorgungsleitung 29 Systemdruck sowohl im ersten hydraulischen Raum 38, der über den zweiten Versorgungsleitungsabschnitt 58 beaufschlagt ist an als auch über einen ersten Versorgungsleitungsabschnitt 57, die dritte Drosselstelle 34 enthaltend, im Stauerraum 36 des Servoventiles 24 an. Aufgrund der Identität der Drücke im ersten hydraulischen Raum 38 sowie im Stauerraum 36 ist eine Führungsleckage entlang des Kopfes des Servoventilkolbens 32 ausgeschlossen. Der Servoventilkolben 32 ist im Ventilkörper 25 hochdruckdicht geführt. Im Ruhezustand steht innerhalb des Führungsbereiches des Kopfes des Servoventilkolbens 32 an beiden Seiten, d.h. im Stauerraum 36 sowie im ersten hydraulischen Raum 38 Systemdruck an, so dass kein Leckagestrom auf die Niederdruckseite auftritt. Der gesamte Bereich des Servokolbens 32, d.h. der Stauerraum 36, der erste hydraulische Raum 38 sowie der zweite hydraulische Raum 39 sowie die Steuerkante 41 ist über den im zweiten hydraulischen Raum 39 ausgebildeten ersten Dichtsitz 40 führungsleckagefrei gegen den Ablaufstauerraum 42 und damit gegen den ersten niederdruckseitigen Rücklauf 28 abgedichtet.

Die prinzipielle Arbeitsweise des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Kraftstoffinjektors, der über das Servoventil 24 angesteuert wird, wird anhand der Darstellung gemäß Figur 1 beschrieben.

Der Arbeitsraum 5 des Druckübersetzers 3 ist ständig mit der Druckquelle 1 verbunden und steht ständig unter dem dort herrschenden Druckniveau. Der Kompressionsraum 9 des Druckübersetzers 3 ist über den Düsenraumzulauf 17 ständig mit dem Düsenraum 16, der das Einspritzventilglied 14 umgibt, verbunden. Der Druckübersetzer 3 umfasst darüber hinaus den Differenzdruckraum 6 (Rückraum) der zur Steuerung des Druckübersetzers 3 entweder mit Systemdruck, d.h. dem in der Druckquelle 1 herrschenden Druckniveau beaufschlagt oder von diesem abgetrennt in den niederdruckseitigen Rücklauf 28 druckentlastet wird. Im deaktivierten Zustand ist der Differenzdruckraum 6 (Rückraum) des Druckübersetzers 3 über die Absteuerleitung 21, die geöffneten Steuerkante 41, die Versorgungsleitung 29 mit dem Druckspeicher 1 verbunden, so dass die Drücke im Arbeitsraum 5 und im Differenzdruckraum 6 (Rückraum) des Druckübersetzers einander entsprechen und der Übersetzerkolben 4 ausgeglichen ist und keine Druckverstärkung stattfindet.

Zur Aktivierung des Druckübersetzers 3 erfolgt eine Druckentlastung des Differenzdruckraumes 6 (Rückraum). Um diese Druckentlastung herbeizuführen, wird das Schaltventil 30 aktiviert, d.h. geöffnet und der Steuerraum 36 des Servoventiles 24 in den niederdruckseitigen Rücklauf 31 über die Ablaufdrosselstelle 37 druckentlastet. Aufgrund des fallenden Druckes im Steuerraum 36 bewegt sich der Servoventilkolben 32 in vertikaler Richtung nach oben, bewegt durch die an der öffnenden Fläche 44 im ersten hydraulischen Raum 38 angreifende Druckkraft. Dadurch wird der erste Dichtsitz 40 geöffnet, während die Steuerkante 41 geschlossen wird, da die Schieberkante 43 die dieser gegenüberliegenden Gehäussekante des Ventilkörpers 25 überdeckt. Durch die Auslegung der Drosselstelle 34 im Durchgangskanal 33 des Servoventilkolbens 32 und die Ablaufdrossel 37 ist die Bewegungsgeschwindigkeit des Servoventilkolbens 32 bei seiner Öffnungsbewegung beliebig einstellbar. Aufgrund der definierten öffnenden Fläche 44 an der Unterseite des Kopfes des Servoventiles 24, steht am Servoventilkolben 32 ständig eine diesen in Öffnungsrichtung beaufschlagende Druckkraft an. Dadurch lässt sich eine exakte Bewegung des Servoventilkolbens 32 und damit ein stabiles Verharren desselben am Öffnungsanschlag im geöffneten Zustand des Servoventilkolbens 32 herbeiführen.

Bei in seiner Öffnungsstellung befindlichen Servoventilkolbens 32 erfolgt eine Abkoppelung des Differenzdruckraumes 6 (Rückraum) des Druckübersetzers 3 vom Systemdruck, d.h. des im Druckspeicher 1 herrschenden Druckniveaus. Bei geschlossener Steuerkante 41 erfolgt ein Abströmen einer Steuermenge aus dem Differenzdruckraum 6 (Rückraum) über die Absteuerleitung 21 in den zweiten hydraulischen Raum 39, über den geöffneten ersten Dichtsitz 40 in den Ablaufstauerraum 42. Von diesem strömt die aus dem Differenzdruckraum 6 (Rückraum) abgesteuerte Kraftstoffmenge in den niederdruckseitigen Rücklauf 28 ab.

Aufgrund der Einfahrbewegung der Stirnfläche 20 des Übersetzerkolbens 4 in den Kompressionsraum 9, erfolgt in diesem eine Druckerhöhung, so dass über den Düsenraumzulauf 17 entsprechend des Übersetzungsverhältnisses des Druckübersetzers 3 unter erhöhtem Druck stehender Kraftstoff dem Düsenraum 16, der das Einspritzventilglied 14 umgibt, zuströmt. Aufgrund der am Einspritzventilglied 14 im Bereich des Düsenraumes 16 ausgebildeten Druckstufe öffnet dieses entgegen der Wirkung der Feder 13, so dass die Einspritzdüsen 22 am brennraumseitigen Ende des Kraftstoffinjektors 18 geöffnet werden und Kraftstoff in den Brennraum 23 der Verbrennungskraftmaschine eingespritzt werden kann. Bei vollständig geöffnetem Einspritzventilglied 14 wird die zweite Drosselstelle 15 zwischen dem Steuerraum 12 und dem Kompressionsraum 9 des Druckübersetzers 3 verschlossen, so dass sich während des Einspritzvorganges kein Verluststrom einstellt.

Zum Beenden des Einspritzvorganges erfolgt eine erneute Betätigung des Schaltventiles 30, dieses wird in seine Schließstellung gefahren, so dass sich im Steuerraum 36 über den Durchgangskanal 33, den ersten hydraulischen Raum 38 und die in diesen mündende Versorgungsleitung 29 der im Druckspeicher 1 herrschende Systemdruck aufbaut. Durch die  
5 sich im Steuerraum 36 aufbauende Druckkraft bewegt sich der Servoventilkolben 32 nach unten in seine Ausgangsstellung, wobei der erste Dichtsitz 40 zum niederdrucksseitigen Rücklauf 28 verschlossen und die Steuerkante 41 geöffnet wird. Da die Stirnfläche 35, auf welche der im Steuerraum 36 herrschende Druck einwirkt, größer bemessen ist als die öffnende Druckfläche 44 im ersten hydraulischen Raum 38, wird eine definierte und schnell  
10 ablaufende Schließbewegung des Servoventilkolbens 32 in seine Schließstellung erreicht. Zu Unterstützung der Hubbewegung des Servoventilkolbens 32 könnten auch zusätzliche Federn im 1. Gehäuseteil 26 angeordnet werden.

Im Differenzdruckraum 6 (Rückraum) des Druckverstärkers und im Steuerraum 12, über welchen das Einspritzventilglied 14 gesteuert wird, erfolgt jetzt ein Druckaufbau auf das im Druckspeicher 1 herrschende Druckniveau über die Versorgungsleitung 29, die von der Hochdruckzuleitung 2 des Hochdruckspeicher 1 abzweigt, die geöffneten Steuerkante 41, den zweiten hydraulischen Raum 39 und die Absteuerleitung 21, die in den Differenzdruckraum 6 (Rückraum) mündet. Von dort erfolgt ein Druckaufbau über die Überström-  
20 leitung 10, die die erste Drosselstelle 11 enthält in den Steuerraum 12.

Gleichzeitig erfolgt bei Druckaufbau im Differenzdruckraum 6 (Rückraum) des Druckübersetzers eine Wiederbefüllung des Kompressionsraumes 9 über die vom Steuerraum 12 zur Betätigung des Einspritzventilgliedes 14 abzweigende Leitung, in welcher die zweite  
25 Drosselstelle 15 ausgebildet ist.

Der erste Dichtsitz 40 kann sowohl als Flachsitz, welcher eine hohe Flächenpressung ermöglicht, als auch als Kegelsitz (Vergleiche darstellen gemäß Figur 2) als Kugelsitz oder als Schieberkante ausgebildet werden. Über den in Figur 1 dargestellten Flachsitz als ersten  
30 Dichtsitz 40 lässt sich ein eventuell fertigungsbedingt auftretender Achsversatz ausgleichen. Über das im Steuerraum 36 anstehende hohe Druckniveau erfolgt die Erzeugung einer ausreichenden Schließkraft, so dass am ersten Dichtsitz 40 in dessen Schließstellung eine hohe Flächenpressung entsteht und damit eine gute Abdichtwirkung gewährleistet bleibt.

35 Mit der in Figur 2 dargestellten Ausführungsvariante unter Verwendung eines Dämpfungskolbens 51, welcher das Einspritzventilglied 14 beaufschlagt, lässt sich eine Reduktion der Öffnungsgeschwindigkeit des nadelförmig ausbildbaren Einspritzventilgliedes 14 erzielen.

-11-

- Das Dämpfungsverhalten des Dämpfungskolbens 51 lässt sich durch die Dimensionierung von diesem beaufschlagenden Federelement 54 als auch durch die Dimensionierung des in der Wandung des Dämpfungskolbens 51 ausgebildeten Drosselementes 52 einstellen. Gemäß der in Figur 2 dargestellten Ausführungsvariante erfolgt die Wiederbefüllung des
- 5 Kompressionsraumes 9 des Druckübersetzers 3 nicht über die zweite Drosselstelle 15 wie in der Ausführungsvariante gemäß Figur 1, sondern über eine vom Steuerraum 12 des Einspritzventilgliedes 14 abzweigende Befüllleitung 56 in der ein als Rückschlagventil ausgebildetes Wiederbefüllventil 50 aufgenommen ist.
- 10 Das erfindungsgemäß vorgeschlagene 3/2-Servoventil 24 kann zur Steuerung sämtlicher Druckübersetzer 3 eingesetzt werden, die über eine Druckänderung ihres Differenzdruckraumes 6 (Rückraums) angesteuert werden.

Bezugszeichenliste

	1	Druckquelle
	2	Hochdruckzuleitung
5	3	Druckübersetzer
	4	Übersetzerkolben
	5	Arbeitsraum
	6	Differenzdruckraum (Rückraum)
	7	Stützscheibe
10	8	Rückstellfeder
	9	Kompressionsraum
	10	Überströmleitung
	11	1. Drosselstelle
	12	Steuerraum für Einspritzventilglied
	13	Feder
	14	Einspritzventilglied
	15	2. Drosselstelle
	16	Düsenraum
	17	Düsenraumzulauf
20	18	Kraftstoffinjektor
	19	Injektorkörper
	20	Stirnfläche Druckübersetzerkolben 4
	21	Absteuerleitung
	22	Einspritzöffnung
25	23	Brennraum
	24	Servoventil
	25	Servoventilgehäuse
	26	1. Gehäuseteil
	27	2. Gehäuseteil
30	28	niederdruckseitiger Rücklauf
	29	Versorgungsleitung Servoventil
	30	Schaltventil
	31	weiterer niederdruckseitiger Rücklauf
	32	Servoventilkolben
35	33	Durchgangskanal
	34	3. Drosselstelle
	35	Steuerfläche Servoventilkolben
	36	Steuerraum Servoventile

-13-

- 37 Ablaufdrossel (4. Drosselstelle)
- 38 1. hydraulischer Raum
- 39 2. hydraulischer Raum
- 40 erster Dichtsitz
- 5 41 Steuerkante
- 42 Absteuerraum
- 43 Schieberdichtkante
- 44 Öffnende Fläche
- 50 Wiederbefüllventil
- 10 51 Dämpfungskolben
- 52 5. Drosselstelle
- 53 Kanal
- 54 Federelement
- 55 Ringfläche
- 56 Befüllleitung
- 57 1. Versorgungsleitungsabschnitt
- 58 2. Versorgungsleitungsabschnitt

Patentansprüche

1. Kraftstoffinjektor zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum (23) einer Verbrennungskraftmaschine mit einem Druckübersetzer (3), dessen Übersetzerkolben (4) einen über eine Druckquelle (1, 2) permanent mit Kraftstoff beaufschlagten Arbeitsraum (5) von einem Druck entlastbaren Differenzdruckraum (6) trennt, wobei eine Druckänderung im Differenzdruckraum (6) über eine Betätigung eines Servoventiles (24) erfolgt, welches eine hydraulische Verbindung (21, 39, 42) des Differenzdruckraumes (6) zu einem niederdruckseitigen Rücklauf (28) freigibt oder verschließt, dadurch gekennzeichnet, dass das Servoventil (24) einen zwischen einem Steuerraum (36) und einem ersten hydraulischen Raum (38) geführten Servoventilkolben (32) aufweist, an dem eine ständig in Öffnungsrichtung des Servoventilkolbens (32) durch einen Systemdruck beaufschlagte, wirksame hydraulische Fläche (44) sowie ein das Servoventil (24) gegen einen niederdruckseitigen Rücklauf (28) abdichtender erster Dichtsitz (40) ausgebildet sind.
2. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Steuerraum (36) und der erste hydraulische Raum (38) über einen eine vom Druckspeicher (1) ausgehende Versorgungsleitung (29) mit Systemdruck beaufschlagt sind.
3. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Steuerraum (36) des Servoventiles (24) über einen sich durch den Servoventilkolben (32) erstreckenden Durchgangskanal (33) vom ersten hydraulischen Raum (38), in welchen die Versorgungsleitung (29) mündet, mit Systemdruck beaufschlagt ist.
4. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchgangskanal (33) des Servoventilkolbens (32) eine integrierte Drosselstelle (34) enthält.
5. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Steuerraum (36) über einen von der Versorgungsleitung (29) abzweigenden zweiten Versorgungsleitungsabschnitt (58) und der erste hydraulische Raum (38) über einen von der Versorgungsleitung (29) abzweigenden Versorgungsleitungsabschnitt (58) parallel mit Systemdruck beaufschlagt sind.
6. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Versorgungsleitungsabschnitt (57) eine erste Drosselstelle (34) enthält.

-15-

7. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Servoventilkolben (32) einen den niederdruckseitigen Rücklauf (28) freigebenden oder verschließenden ersten Dichtsitz (40) sowie eine den ersten hydraulischen Raum (38) von einem zweiten hydraulischen Raum (39) trennende Steuerkante (41) aufweist.

5

8. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Dichtsitz (40) als Flachsitz oder als Kegelsitz ausgebildet ist und einen niederdruckseitig angeordneten Ablaufsterraum (42) verschließt.

10

9. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerkante (41) als Schieberdichtkante (43) ausgebildet ist.

10. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der über das Servoventil (24) in den niederdruckseitigen Rücklauf (28) druckentlastbare Differenzdruckraum (6) mit einem einen Dämpfungskolben (51) aufnehmenden Steuerraum (12) für ein Einspritzventilglied (14) hydraulisch gekoppelt ist, wobei der Dämpfungskolben (51) eine die Öffnungsgeschwindigkeit des Einspritzventilgliedes (14) definierende Drosselstelle (52) umfasst und der Steuerraum (12) zur Betätigung des Einspritzventilgliedes (14) über eine Befüllleitung (56) entweder mit dem Steuerraum (12) oder einem der hydraulischen Räume (5, 6, 9) des Druckübersetzers (3) in Verbindung steht.

20

11. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Betätigung des Servoventils (24) über ein den Steuerraum (36) mit einem Rücklauf (31) verbindendes Schaltventil (30) erfolgt.

25



Zusammenfassung

Die Erfindung bezieht sich auf einen Kraftstoffinjektor zum Einspritzen von Kraftstoff in  
5 einen Brennraum (23) einer Verbrennungskraftmaschine. Der Kraftstoffinjektor (18) um-  
fasst einen Druckübersetzer (3), dessen Übersetzerkolben (4) einen über einen Druckspei-  
cher (1, 2) mit Kraftstoff beaufschlagten Arbeitsraum (5) von einem druckentlastbarem  
Differenzdruckraum (6) trennt. Eine Druckänderung im Differenzdruckraum (6) erfolgt  
10 über eine Betätigung eines Servoventiles (24), welches eine hydraulische Verbindung (21,  
39, 42) des Differenzdruckraumes (6) zu einem ersten niederdruckseitigem Rücklauf (28)  
freigibt oder verschließt. Das Servoventil (24) weist einen zwischen einem Steuerraum (36)  
und einem ersten hydraulischen Raum (38) geführten Servoventilkolben (32) auf. An die-  
sem ist eine den Servoventilkolben (32) bei Systemdruckbeaufschlagung ständig in Öff-  
nungsrichtung stellende hydraulische Fläche (44) sowie ein einen niederdruckseitigen  
Rücklauf (28) verschließender oder freigebender erster Dichtsitz (40) ausgebildet.

(Figur 1)





